

**А. Б. Соболев, А. Н. Величко, А. Ю. Кузнецов,
Л. Г. Пастухова, С. Н. Злыгостев**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Одной из важнейших задач в работе каждого вуза является задача формирования контингента студентов. От ее решения непосредственно зависит качество выпускников, структура и интенсивность образовательных программ.

Решение данной задачи тесно связано с проблемой оценки качества знаний абитуриентов, их умений и навыков, способности освоения вузовской программы. Каждым конкретным вузом накоплен значительный опыт проведения вступительных испытаний. Появление практики центрального тестирования (ЦТ) и единого государственного экзамена (ЕГЭ) в России способствовало взаимному обогащению и накоплению положительного опыта измерения качества знаний абитуриентов в разнообразных шкалах на основе различных контрольно-измерительных материалов.

Уральский государственный технический университет — УПИ является одним из ведущих технических вузов России с 85-летней историей. Ежегодно на первый курс зачисляются более 6 тыс. студентов, из них более 2,5 тыс. — на бюджет. В 2006 г. принято около 16 тыс. заявлений от абитуриентов на очную форму обучения. Конкурс по заявлениям на очную форму обучения в университете составил 6,1 заявления на место. Набор ведется по 130 специальностям.

Традиционно до 2005 г. вступительные испытания в УГТУ—УПИ проводились в письменной форме. Комплекты билетов составлялись заранее, в связи с чем существовала вероятность утечки экзаменационного материала еще до начала приемной кампании. Проверка работ производилась вручную, что отражалось на объективности результата. Длительное время и поэтапность проведения приемной кампании создавали проблемы с определением проходного балла. Процедура системы письменных вступительных экзаменов в УГТУ—УПИ была довольно сложна,

СОБОЛЕВ АЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ — доктор физико-математических наук, профессор, проректор по учебной работе, заведующий кафедрой высшей математики Уральского государственного технического университета — УПИ (E-mail: pku@uchdep.ustu.ru).

ВЕЛИЧКО АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ — аспирант УГТУ—УПИ.

КУЗНЕЦОВ АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики УГТУ—УПИ, ответственный секретарь приемной комиссии.

ПАСТУХОВА ЛИЛИЯ GERMANOVNA — кандидат технических наук, доцент кафедры гидравлики УГТУ—УПИ, заместитель ответственного секретаря приемной комиссии.

ЗЛЫГОСТЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ — кандидат технических наук, доцент кафедры литейного производства и упрочняющих технологий УГТУ—УПИ, заместитель ответственного секретаря приемной комиссии.

© Соболев А. Б., Величко А. Н., Кузнецов А. Ю., Пастухова Л. Г., Злыгостев С. Н., 2007

трудоемка и не отвечала современным требованиям, предъявляемым к массовым процедурам определения качества подготовки абитуриентов при отборе в вуз.

С каждым годом масштабы приемной кампании росли, как и расходы на ее проведение, в связи с чем становилась актуальной необходимость автоматизации процесса вступительных испытаний.

Автоматизация процесса входного контроля может помочь снизить расходы, сократить сроки проведения и решить проблему нехватки аудиторий. Автоматическая генерация билетов и проверка ответов должны способствовать повышению объективности оценки. Также открываются широкие возможности проведения удаленного контроля знаний, например через Интернет, что особенно актуально для «тренировочных» экзаменов, т. к. позволяет обеспечить достаточную массовость при минимальных затратах.

Анализ существующих решений. В настоящее время наиболее известны системы компьютерного контроля знаний отечественного и иностранного производства, такие как «АСТ-Тест», СДО «Прометей», WebCT и WebQuiz XP. Во всех случаях контроль реализован в виде теста.

Отличия заключаются в способе формирования билетов. В большинстве систем билет содержит фиксированный набор задач, т. е. является аналогом «бумажного» теста, при этом задания либо являются составной частью теста, либо выбираются из общей вопросной базы. Часть программ реализует автоматическую генерацию билетов, при этом задания выбираются из структурированной базы по специальным алгоритмам, что обеспечивает большое число уникальных билетов.

Чаще всего в тестах используются до 5 типов заданий: открытого типа, когда необходимо ввести некий текст (обычно это одно слово или цифра); закрытого типа, с выбором одного или нескольких вариантов из предложенных; на упорядочение; на установление соответствия и с развернутым ответом. Для первых четырех видов заданий легко реализуется автоматическая проверка ответов, однако требуется определенная «дискретность» постановки вопросов. Задание с развернутым ответом дает большую свободу в представлении материала и позволяет получить больше информации об уровне знаний абитуриента, однако требует ручной проверки.

Во всех системах, подразумевающих одновременное проведение большого числа сеансов контроля, используется трехзвенная клиент-серверная архитектура либо на основе WEB-технологии, т. е. с браузером в качестве клиента, либо с отдельной программой-клиентом.

Серверная часть большинства систем работает под управлением ОС Microsoft Windows, исключение составляет WebCT, работающая в платформенно-независимой среде Java, и многоплатформенная OpenTEST.

Для хранения вопросной базы, протоколов решений и прочей информации используются реляционные базы данных, в большинстве систем — это Microsoft Jet (он же Access) или SQL Server, реже MySQL и Oracle.

Пути перевода экзаменов в компьютерную форму. Автоматизация вступительных испытаний влечет за собой необходимость определенной адаптации экзаменационного материала, что связано с ограниченными возможностями по анализу ответов абитуриентов.

Традиционные письменные экзамены можно разделить на две группы: с формализованными и с развернутыми ответами.

В первой группе билет включает набор задач, ответами к которым являются числа или формулы. Если ответ абитуриента совпадает с правильным ответом, задача считается решенной, иначе — нет. Примерами таких экзаменов являются экзамены по математике и физике.

Пример экзамена из второй группы — сочинение по русскому языку. Экзаменационная оценка в этом случае выставляется на основе анализа числа синтаксических и грамматических ошибок, а также уровня знания материала. Данный вид контроля знаний нереализуем в компьютерной форме, по крайней мере при разумных затратах.

Для экзамена с формализованными ответами компьютерный билет может практически полностью повторять обычный.

Возможным вариантом перевода в электронный вид экзаменов из второй группы является разработка тестовых заданий, охватывающих необходимую область учебного материала, на что требуется дополнительное время и трудозатраты. Также возможно использование заданий с развернутым ответом, что нивелирует преимущества компьютерных экзаменов в плане автоматизации и объективности оценки.

Профильные экзамены большинства специальностей технического вуза относятся к первой группе. Это дает основание предположить, что оценки компьютерного контроля в техническом вузе будут соответствовать оценкам на экзаменах традиционной формы при умеренных затратах на адаптацию вопросного материала.

Разработка алгоритма проведения экзамена в компьютерной форме. На основе анализа процедуры проведения традиционного экзамена можно определить основные направления автоматизации: идентификация абитуриентов; генерация и проверка билетов; составление протоколов, ведомостей и прочих документов.

Порядок проведения автоматизированного экзамена может выглядеть следующим образом.

В приемной комиссии данные абитуриента вводятся в электронную базу данных, взамен он получает свои учетные данные, т. е. имя и пароль. На экзамене абитуриент вводит свои учетные данные в компьютер, система проверяет наличие допуска к экзамену и генерирует для данного абитуриента уникальный билет. Абитуриент решает билет и вводит ответы. После завершения экзамена система проверяет ответы, сообщает абитуриенту оценку и печатает необходимые документы. В случае, если абитуриент считает одно или несколько заданий билета

некорректными, он отмечает эти задания в протоколе, и они выносятся на апелляцию (см. рис. 1).

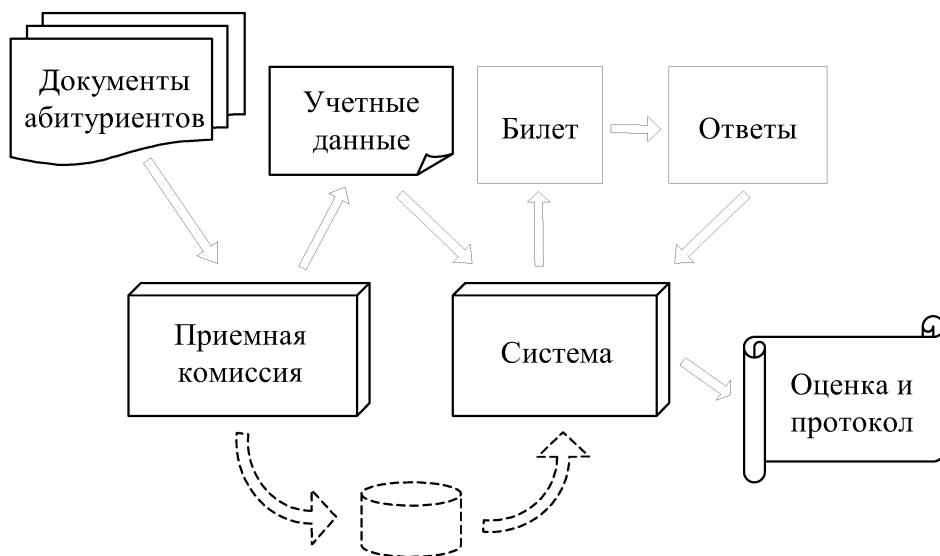


Рис. 1. Порядок проведения экзамена

Для реализации описанной процедуры система должна иметь в своем составе вопросную базу; базу решений; учетные данные абитуриентов; механизмы генерации билетов и проверки решений; средства пополнения / изменения вопросной базы и учетных данных, администрирования и т. п.

Вопросная база — это множество данных, необходимых для осуществления процессов генерации и проверки экзаменационных билетов, состоящее из трех элементов: набора задач, набора правил генерации и набора правил оценки билетов.

Структура набора задач выглядит следующим образом.

Каждое задание относится к одному из предметов. Внутри предметной области задания разбиты на группы, определяемые структурой преподавания соответствующего материала, т. е. темы. В рамках одной темы задания могут различаться по ряду параметров, таких как время выполнения и необходимая глубина владения материалом, количественная оценка которых носит весьма субъективный характер. В связи с этим все параметры обобщены в один «уровень сложности», имеющий три дискретных значения.

Каждое задание, в общем случае, состоит из условия; одного или нескольких вопросов, связанных с условиями задания; правильного ответа на каждый вопрос; ложных ответов, близких по смыслу к правильным (дистракторов).

Обработка ответов произвольной формы является крайне сложной задачей для программной реализации, поэтому используются несколько фиксированных разновидностей вопросов:

1. Вопрос открытого типа, где предполагается ввод абитуриентом числа, буквы или слова.

2. Вопрос закрытого типа, в котором предоставляется несколько вариантов ответов, причем один или несколько из них являются верными.

3. Вопрос на упорядочение с несколькими вариантами ответов, которые необходимо расположить в правильном порядке.

4. Вопрос на соответствие. Предлагаются два набора, между элементами которых необходимо установить соответствие.

Для осуществления автоматической генерации определены четкие правила составления билета:

1. Билет содержит некоторое фиксированное количество задач.

2. Задачи для каждой позиции билета выбираются из одной или нескольких тем.

3. Задачи из каждой темы выбираются только с заданным уровнем сложности.

Наконец, набор правил оценки ответов по билету сводится к следующим положениям. Каждой позиции билета назначается фиксированный балл за правильное решение. За неправильное решение 0 баллов. Если в задаче несколько вопросов, каждый оценивается отдельно, при этом назначенный задаче балл распределяется между вопросами пропорционально весовым коэффициентам, устанавливаемым исходя из уровня сложности вопроса. Баллы за все задачи суммируются и переводятся в оценку с помощью шкалы.

Следующий компонент — база решений, являющаяся вместилищем всевозможной информации, необходимой для организации экзамена и порождаемой при решении и оценке билетов. База решений состоит из базы билетов, учетных данных абитуриентов, расписания экзаменов, сеансов.

База билетов, как ясно из названия, предназначена для хранения сгенерированных билетов. Она содержит всю необходимую информацию для решения, проверки и печати билетов:

1. Список задач, из которых состоит билет.

2. Ссылку на набор правил генерации.

3. Ссылку на набор правил проверки.

Для идентификации абитуриентов система имеет в своем распоряжении учетные данные, содержащие следующую информацию: учетное имя и пароль; ФИО; номер паспорта или другого документа, удостоверяющего личность; шифр факультета и специальности; экзамен.

Информация об экзамене хранится в следующем виде:

1. Материал для проведения экзамена, т. е. ссылка на набор правил генерации.

2. Время проведения экзамена.

3. Продолжительность.

4. Название экзамена, код дисциплины и другая дополнительная информация.

Процедура решения билета является протяженной во времени, в связи с чем возникает необходимость создания сопровождающего объекта — сеанса, отража-

ющего состояние проведения экзамена и связывающего все сопутствующие данные: экзамен, билет, учетные данные абитуриента, решение, апелляции.

Следующий компонент системы — генератор билетов, задачей которого является получение билета на основе набора правил. Алгоритм должен обеспечивать соответствие билета указанным в наборе правилам, минимальную повторяемость задач в последовательно генерируемых билетах, а также малую вероятность возникновения ситуации, когда генерация билета невозможна.

Структура комплекса. На основе разработанного алгоритма составлена структурно-функциональная схема комплекса, содержащая следующие элементы (см. рис. 2):

— хранилище, являющееся местом постоянного содержания информационного наполнения комплекса;

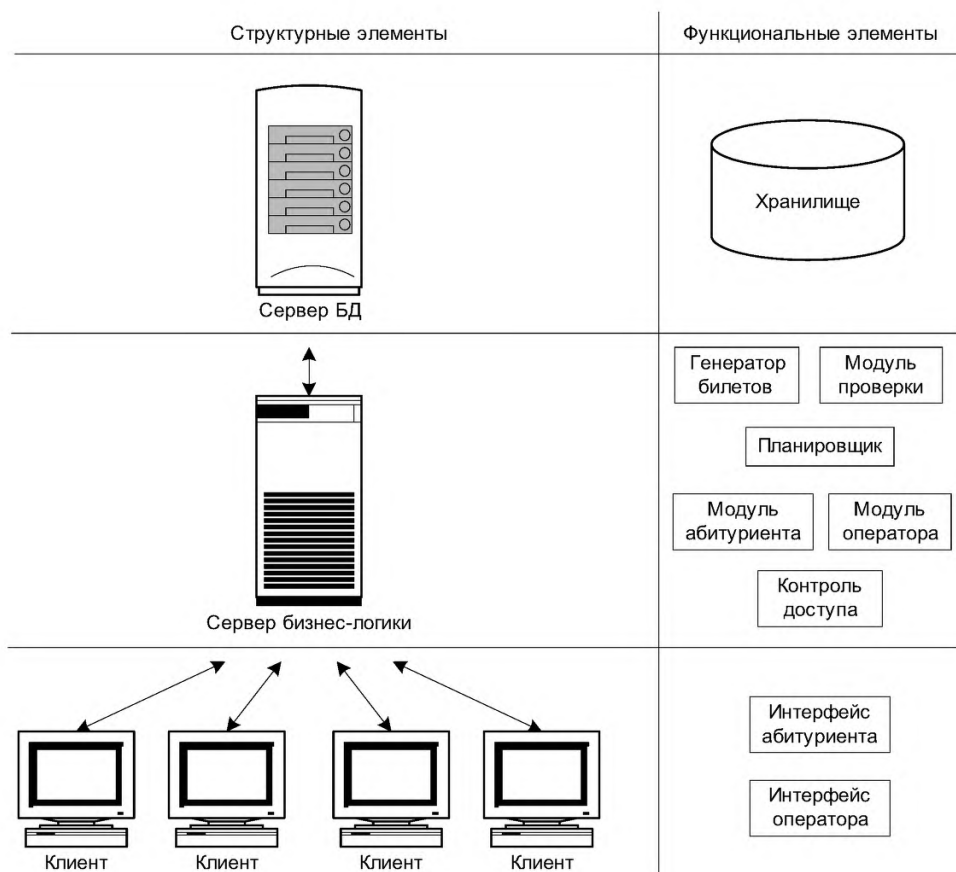


Рис. 2. Функционально-структурная схема комплекса

- пользовательский интерфейс, который обеспечивает информационное взаимодействие с абитуриентами и операторами;
- модуль абитуриента, реализующий функциональность, необходимую для проведения экзамена;
- модуль оператора — аналог модуля абитуриента для решения задач администрирования, сбора статистики и т. п.;
- генератор билетов, позволяющий создать новый билет на основе данных набора;
- модуль проверки, вычисляющий оценку и генерирующий протокол проверки введенных ответов.
- модуль контроля доступа, предназначенный для предотвращения несанкционированного использования комплекса;
- планировщик, выполняющий в соответствии с расписанием определенные действия, например, предварительную генерацию билетов.

Используется трехзвенная клиент-серверная архитектура. Первое звено — сервер базы данных, использующий готовое решение — Microsoft SQL Server. Второе звено — сервер, реализующий логику работы комплекса (сервер бизнес-логики). Физически может находиться на одном компьютере с сервером БД или на отдельной машине. Последнее звено — клиент, задачей которого является реализация пользовательского интерфейса.

Способ обеспечения информационного обмена между сервером БД и сервером приложений определяется возможностями СУБД и конфигурацией системы. Для связи сервера и клиентов применен TCP/IP, что позволит использовать практически любые каналы связи. Для обеспечения безопасной и надежной передачи используются шифрование и дополнительный контроль целостности данных.

Сервер бизнес-логики — «ядро» комплекса, реализующее его основную функциональность. Главное требование, предъявляемое к нему, — надежность работы. Также немаловажным показателем является производительность.

Основными факторами, определяющими надежность работы программного обеспечения, являются стабильность работы аппаратных средств и операционной системы, а также ошибки в программном коде. Причем последнее является наиболее актуальной проблемой.

Устранение абсолютно всех ошибок в сложных программах, как показывает практика, практически невозможно. Для «профилактики» логических ошибок, ускорения их поиска и снижения масштабов возможных последствий при разработке сервера использовались определенные правила, в частности:

- четкое планирование структуры и функций программы;
- модульное, объектно-ориентированное программирование;
- использование максимально строгой проверки диапазонов и границ, минимизация использования указателей;
- применение простых логических конструкций, комментариев и других способов повышения читабельности программного кода.

Сервер разбит на модули, каждый модуль имеет строго определенную функциональность и интерфейс. SOCKET-сервер осуществляет низкоуровневые операции, связанные с приемом входящих соединений от клиентов и обменом двоичными потоками данных. Обработчик протокола производит идентификацию клиентов, распаковку запросов, упаковку ответов и обработку ошибок. Готовый запрос передается соответствующему модулю обработки, который выполняет необходимые действия и формирует ответ или генерирует ошибку. Генератор билетов формирует новый билет. Модуль проверки производит оценку решения билета и составление отчета. Планировщик запускает генерацию билетов и другие процедуры по расписанию. Интерфейс хранилища является общей «точкой доступа» к базе данных для остальных модулей.

Клиентское программное обеспечение реализует только необходимый минимум функциональности. Сетевой модуль предназначен для осуществления связи с сервером. Модуль управления реализует логику работы клиента. Графический интерфейс служит для отображения необходимой информации и получения ответов от пользователя. Временное хранилище предназначено для хранения билета и ответов абитуриента до завершения теста.

Выводы. Разработанная технология экзамена с использованием технических средств, реализуемая в компьютерной форме, отвечает основным требованиям, которые предъявляются к массовым процедурам контроля качества подготовки абитуриентов:

- доступность;
- снижение психологической нагрузки на абитуриентов;
- «прозрачность» системы оценки.

Имеющийся опыт УГТУ—УПИ показывает, что компьютерные экзамены являются наиболее перспективной формой проведения вступительных испытаний и могут служить обоснованной альтернативой ЕГЭ и традиционным экзаменам.

Одно из преимуществ такого подхода заключается в создании предпосылок для организации системы мониторинга знаний учащихся на всех этапах образовательного процесса.

Материал поступил в редакцию 09.11.2006 г.